

Laser processing machine with beam guiding enclosure filled with gas

Patent number: EP0749800

Publication date: 1996-12-27

Inventor: WEICK JUERGEN-MICHAEL (DE); MOEHLER THOMAS (DE)

Applicant: TRUMPF GMBH & CO (DE)

Classification:

- **international:** B23K26/12

- **european:** B23K26/12

Application number: EP19960108815 19960601

Priority number(s): DE19952009648U 19950619

Also published as:

- US5811753 (I)
- JP9099387 (A)
- EP0749800 (I)
- EP0749800 (I)
- DE29509648I

Cited documents:

- US4895144
- US4550240

Abstract of EP0749800

Laser cutting machine with laser generator (3) and cutting head (5), in which the laser beam (2) passes from the generator (3) to the cutting head (5) through an at least partially closed and gas-filled beam guide chamber (4), which is filled with air with a specified CO₂ content.

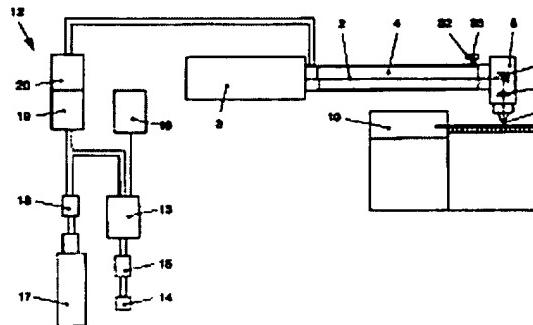


Fig. 1

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)



EP 0 749 800 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.12.1996 Patentblatt 1996/52

(51) Int. Cl.⁶: B23K 26/12

(21) Anmeldenummer: 96108815.0

(22) Anmeldetag: 01.06.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: 19.06.1995 DE 29509648 U

(71) Anmelder: Trumpf GmbH & Co
D-71254 Ditzingen (DE)

(72) Erfinder:

- Möhler, Thomas
71735 Eberdingen (DE)
- Weick, Jürgen-Michael
71679 Asperg (DE)

(74) Vertreter: KOHLER SCHMID + PARTNER
Patentanwälte
Ruppmannstrasse 27
70565 Stuttgart (DE)

(54) Laserbearbeitungsmaschine mit gasgefülltem Strahlführungsraum

(57) An einer Laserbearbeitungsmaschine mit einem Lasergenerator (3) und einem Bearbeitungskopf (5), an welcher der Laserstrahl (2) zwischen dem Lasergenerator (3) und dem Bearbeitungskopf (5) in einem wenigstens teilweise geschlossenen und gasgefüllten Strahlführungsraum (4) verläuft, ist der Strahlführungs-

raum (4) mit Luft mit einem definierten CO₂-Gehalt gefüllt. Dadurch wird der Laserstrahl (2) insbesondere auch bei großen Strahlweglängen mit geringem Kostenaufwand gegen den Einfluß leistungsmindernder Gase geschützt.

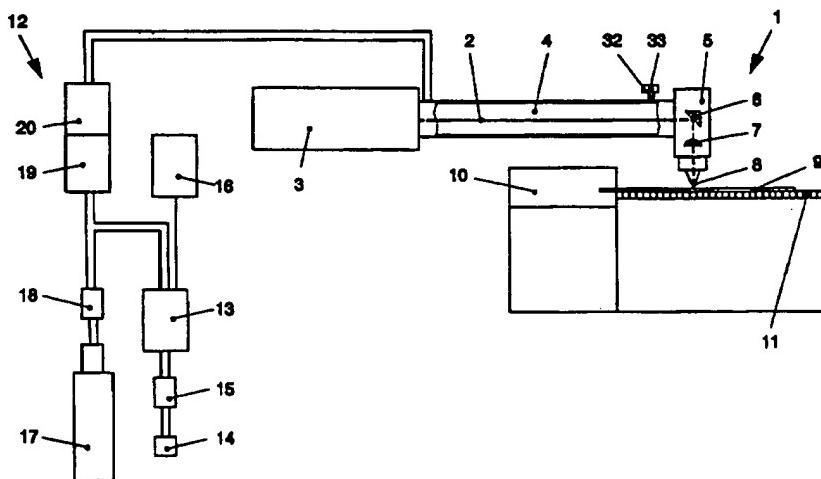


Fig. 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Laserbearbeitungsma-
schine mit einem Lasergenerator und einem Bearbei-
tungskopf, an welcher der Laserstrahl zwischen dem
Lasergenerator und dem Bearbeitungskopf in einem
wenigstens teilweise geschlossenen und gasgefülltem
Strahlführungsraum verläuft.

Erfahrungsgemäß wird die Leistung des Laser-
strahls an derartigen Bearbeitungsmaschinen durch in
dem Strahlweg befindliche Gase und Dämpfe bestim-
mter Zusammensetzung, insbesondere durch Kohlen-
Wasserstoff-Verbindungen, beeinträchtigt. Der Gefahr
einer Minderung der Laserstrahlleistung auf dem Weg
des Strahls vom Lasergenerator zu dem Bearbeitungs-
kopf begegnet man an bekannten Bearbeitungsmaschi-
nen durch Bereitstellen eines mit gasförmigem
Stickstoff gefüllten Strahlführungsraumes. Innerhalb
dieses Strahlführungsraumes verläuft der Laserstrahl
vor dem Einfluß leistungsmindernder gasförmiger
Stoffe geschützt. Das verwendete Stickstoffgas dient
dazu, den Strahlweg des Laserstrahls von schädlichen
flüchtigen Stoffen, insbesondere von den genannten
Kohlen-Wasserstoff-Verbindungen freizuhalten.

Nachteiligerweise ist die Verwendung von Stickstoff
aber mit beachtlichen Kosten verbunden. Versuche, bei-
denen anstelle von Stickstoff oder von anderen reinen
Gasen zur Kosteneinsparung Luft in den Strahlfüh-
rungsraum eingegeben wurde, erbrachten bislang ins-
besondere bei größeren Strahlweglängen häufig nur
unbefriedigende Strahlleistungen am Bearbeitungskopf
und dementsprechend unakzeptable Bearbeitungser-
gebnisse.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine
Laserbearbeitungsmaschine zu schaffen, an welcher
der Laserstrahl insbesondere auch bei großen Strahl-
weglängen mit geringem Kostenaufwand gegen den
Einfluß leistungsmindernder Gase geschützt werden
kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch
gelöst, daß der Strahlführungsraum mit Luft mit einem
definierten CO₂-Gehalt gefüllt ist. Überraschender-
weise wurde nämlich festgestellt, daß der bei Verwen-
dung von Luft in dem Strahlführungsraum ansonsten
häufig zu verzeichnende Abfall der Laserstrahlleistung
vermieden werden kann, wenn der CO₂-Gehalt der in
dem Strahlführungsraum befindlichen Luft möglichst
gering ist. An erfindungsgemäßen Maschinen kann
infolgedessen auf die Verwendung teurer Gase, wie
etwa Stickstoff, verzichtet und statt dessen auf billige
Luft zurückgegriffen werden, die vor ihrem Einführen in
den Strahlführungsraum allenfalls noch mit geringem
Aufwand aufzubereiten ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungs-
gemäßen Laserbearbeitungsmaschine zeichnet sich
dadurch aus, daß die Luft in dem Strahlführungsraum
einen CO₂-Gehalt von weniger als 300 ppm. aufweist.
Praktische Erprobungen haben ergeben, daß bei einer
in dem Strahlführungsraum herrschenden Konzenta-

tion dieser Höhe auch bei großen Weglängen des
Laserstrahls, insbesondere bei Laserstrahllaufstrecken
von mehr als 12 Metern, keine nennenswerte Minde-
rung der Laserstrahlleistung auftritt.

Im Sinne der Erfindung ist es grundsätzlich denk-
bar, einen gasdichten und mit Luft geeigneter Zusam-
mensetzung gefüllten Strahlführungsraum vorzusehen.
Dies setzt jedoch entsprechende und konstruktiv ver-
hältnismäßig anspruchsvolle Abdichtungsmaßnahmen
an der Maschine voraus. Aus Gründen der Konstruktionsvereinfachung ist daher in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß der Strahlführungsraum über
eine Luftzufuhrseinrichtung mit Luft mit einem definierten
CO₂-Gehalt belüftbar ist.

Dabei ist die Luftzufuhrseinrichtung zweckmäßiger-
weise mit wenigstens einer vorzugsweise steuerbaren
Belüftungsvorrichtung, insbesondere einer Pumpe,
ausgestattet. Letztere ist insbesondere hinsichtlich des
erzeugten Luftdruckes einstellbar. Auf diese Art und
Weise läßt sich die dem Strahlführungsraum zugeführte
Luftmenge regulieren.

In Fällen, in denen sichergestellt ist, daß die dem
Strahlführungsraum zuzuführende Luft bereits in ihrem
Ausgangszustand stets die beschriebene Vorausset-
zung hinsichtlich der CO₂-Konzentration erfüllt, läßt sich
die "Rohluft" unmittelbar in den Strahlführungsraum ein-
leiten. Für hiervon abweichende Anwendungsfälle ist
der Strahlführungsraum in Weiterbildung der Erfindung
über eine Vorrichtung zur Einstellung des CO₂-Gehalts
der dem Strahlführungsraum zugeführten Luft belüftbar.

Die dabei eingesetzte Vorrichtung zur Einstellung
des CO₂-Gehalts weist erfindungsgemäß wenigstens
ein Molekularsieb auf, mittels dessen der CO₂-Gehalt
der dem Strahlführungsraum zugeführten Luft auf
Werte unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes, ins-
besondere auf eine Konzentration unterhalb 300 ppm.,
einstellbar ist.

Alternativ oder ergänzend zu wenigstens einem
Molekularsieb weist die Vorrichtung zur Einstellung des
CO₂-Gehalts an einer weiteren Ausführungsform erfin-
dungsgemäßer Maschinen wenigstens einen Gaswä-
scher auf, mittels dessen der CO₂-Gehalt der dem
Strahlführungsraum zugeführten Luft auf Werte unter-
halb eines vorgegebenen Grenzwertes, insbesondere
auf eine Konzentration unterhalb 300 ppm., einstellbar
ist. Sowohl bei Verwendung von Molekularsieben als
auch bei Einsatz von Gaswäschern wird in der Regel
sichergestellt, daß die Feuchtigkeit der in den Gasfüh-
rungsraum eingeleiteten, hinsichtlich ihres CO₂-Gehalts
aufbereiteten Luft gewisse Grenzwerte nicht über-
schreitet. Erfahrungsgemäß wirkt sich nämlich auch die
Feuchtigkeit der im Innern des Strahlführungsraumes
befindlichen Luft ab einem gewissen Betrag schädlich
auf die Laserstrahlleistung aus. Eine Möglichkeit zur
Beeinflussung des Feuchtigkeitsgrades der aufbereite-
ten Luft bieten Gastrockner, mittels derer der Rohluft
Feuchtigkeit in dem gewünschten Umfang entzogen
werden kann. Molekularsieben werden derartige Gas-
trockner in der Regel vor -, Gaswäschern in der Regel

nachgeschaltet.

Die dem Strahlführungsraum zuzuführende Luft entstammt erfindungsgemäß verschiedenen Quellen.

So ist in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß der Strahlführungsraum mit einem ansonsten abgeschlossenen Behälter für den Strahlführungsraum zuzuführende Luft in Verbindung steht. Dieser Luft-Vorratsbehälter kann Luft enthalten, deren Zusammensetzung hinsichtlich des CO₂-Gehaltes den gestellten Anforderungen entspricht. In diesem Fall kann die Luft aus dem Vorratsbehälter unmittelbar in den Strahlführungsraum eingeleitet werden. Alternativ besteht die Möglichkeit, den Vorratsbehälter mit Luft zu befüllen, deren CO₂-Gehalt über dem vorgegebenen Grenzwert liegt. Die Einleitung dieser Luft in den Strahlführungsraum erfolgt dann über eine vorstehend genannte Vorrichtung zur Einstellung des CO₂-Gehalts. Die Luft im Innern des Vorratsbehälters steht in aller Regel unter Überdruck, so daß sie nach Öffnen eines Sperrventils ohne weiteres in den Strahlführungsraum abströmt. Steht die Luft im Vorratsbehälter drucklos an, so läßt sie sich mit einem entsprechenden Hilfsmittel in Form einer Pumpe abfordern und dem Strahlführungsraum zuführen. In jedem Fall zeichnet sich die in dem Vorratsbehälter gespeicherte Luft durch eine einheitliche CO₂-Konzentration aus. Infolgedessen ist gewährleistet, daß bei unmittelbarer Einleitung der Luft in den Strahlführungsraum dieser mit einem Medium einheitlicher CO₂-Konzentration beschickt wird; in dem Fall, daß der CO₂-Gehalt der in dem Vorratsbehälter anstehenden Luft den vorgegebenen Grenzwert überschreitet und diese Luft dementsprechend vor der Einleitung in den Strahlführungsraum aufbereitet werden muß, ist sichergestellt, daß der dann zu verwendenden Vorrichtung zur Einstellung des CO₂-Gehalts Luft mit einer einheitlichen und gleichbleibenden Zusammensetzung zugeführt wird. Die Vorrichtung zur Einstellung des CO₂-Gehaltes kann dann unter gleichbleibenden Bedingungen betrieben werden.

Im Falle einer erfindungsgemäß bevorzugten Bauform der Laserbearbeitungsmaschine ist vorgesehen, daß der Strahlführungsraum mit der freien Atmosphäre in Verbindung steht. Die der freien Atmosphäre entstammende Luft kann bei entsprechender CO₂-Konzentration unmittelbar in den Strahlführungsraum eingeleitet werden. Liegt die CO₂-Konzentration der atmosphärischen Luft über dem relevanten Grenzwert, so ist der CO₂-Gehalt mittels einer hierfür vorgesehenen Vorrichtung vor dem Einleiten der Luft in den Strahlführungsraum den Erfordernissen entsprechend einzustellen.

Eine bevorzugte, konstruktiv einfach aufgebaute Ausführungsform erfindungsgemäßer Laserbearbeitungsmaschinen zeichnet sich dadurch aus, daß der Strahlführungsraum über die Luftzufuhreinrichtung mit dem Nahbereich der Laserbearbeitungsmaschine in Verbindung steht.

Im Falle einer Bauform erfindungsgemäßer Maschinen, an welchen der Bearbeitungskopf relativ zu dem

Lasergenerator bewegbar ist, weist der Strahlführungsraum zweckmäßigerweise ein bei der Bewegung des Bearbeitungskopfs relativ zu dem Lasergenerator gleichbleibendes Volumen auf. Unabhängig von der momentanen Stellung des Bearbeitungskopfs gegenüber dem Lasergenerator kann an derartigen Maschinen dem Strahlführungsraum eine gleichbleibende Luftmenge zugeführt werden. Die CO₂-Konzentration im Innern des Strahlführungsraumes bleibt auch bei Verfahren des Bearbeitungskopfs unverändert.

In diesem Sinne ist in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß die Wandung des Strahlführungsraumes aus Segmenten besteht, von denen jeweils wenigstens zwei in Bewegungsrichtung des Bearbeitungskopfs relativ zu diesem bewegbar beidseits eines Laserstrahlaustritts angeordnet sind, wobei sich die wirksame Länge der an einer Seite des Laserstrahlaustritts angeordneten Segmente in Bewegungsrichtung des Bearbeitungskopfs bei dessen Bewegung in gleichem Maße verringert, wie sich die wirksame Länge der an der gegenüberliegenden Seite des Laserstrahlaustritts angeordneten Segmente bei der Bewegung des Bearbeitungskopfs vergrößert.

Bewährt hat es sich in diesem Zusammenhang, die Wandung des Strahlführungsraumes als Faltenbalg mit Segmenten in Form von Ringfalten auszubilden.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform erfindungsgemäßer Laserbearbeitungsmaschinen, an welchen der Bearbeitungskopf relativ zu dem Lasergenerator in zwei zueinander senkrechten Richtungen bewegbar ist, zeichnet sich dadurch aus, daß der Strahlführungsraum einen ersten aus beidseits eines ersten und in der einen Bewegungsrichtung des Bearbeitungskopfs bewegbaren Laserstrahlaustritts angeordneten Segmenten bestehenden und in der einen Bewegungsrichtung des Bearbeitungskopfs verlaufenden Teil sowie einen entsprechenden, sich in der anderen Bewegungsrichtung des Bearbeitungskopfs an den Laserstrahlaustritt des ersten Teils anschließenden zweiten Teil aufweist, wobei an letzterem der Bearbeitungskopf mit einem zugeordneten zweiten Laserstrahlaustritt in der anderen Bewegungsrichtung bewegbar vorgesehen ist. An einer derartigen Maschine kann der Bearbeitungskopf bei unveränderlichem Volumen des Strahlführungsraums in der durch seine beiden Bewegungsrichtungen definierten Ebene verfahren werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand schematischer Darstellungen zu Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- 50 Fig. 1: Die Prinzipdarstellung einer ersten Ausführungsform einer Laserschneidmaschine mit luftgefülltem Strahlführungsraum und
- 55 Fig. 2: Die Prinzipdarstellung einer zweiten Ausführungsform einer Laserschneidmaschine mit luftgefülltem Strahlführungsraum.

Gemäß Figur 1 verläuft an einer Laserschneidma-

schine 1 ein Laserstrahl 2 ausgehend von einem Lasergenerator 3 im Innern eines als Strahlführungsrohr 4 ausgebildeten Strahlführungsraums, ehe er an dem von dem Lasergenerator 3 abliegenden Ende des Strahlführungsrohrs 4 in einen Bearbeitungskopf in Form eines Schneidkopfs 5 eintritt. Der Laserstrahl 2 wird im Innern des Schneidkopfs 5 mittels eines Umlenkspiegels 6 in Richtung auf eine Fokussiereinrichtung 7 umgelenkt und von dieser durch eine Düse 8 auf ein schneidend zu bearbeitendes Blech 9 gebündelt.

Der Schneidkopf 5 bleibt während der Bearbeitung des Blechs 9 ortsfest. Letzteres ist an einem Koordinatenvorschub 10 relativ zu dem Schneidkopf 5 in einer senkrecht zu der Zeichenebene verlaufenden Ebene verschiebbar eingespannt und auf einer Werkstückauflage 11 gelagert.

Das Strahlführungsrohr 4 wird mit Luft beschickt, in welcher CO₂ in einer Konzentration von weniger als 300 ppm. enthalten ist. Diese Luft dient dazu, das Strahlführungsrohr 4 zu spülen und dadurch von die Leistung des Laserstrahls 2 beeinträchtigenden Gasen freizuhalten. Die Einleitung der Luft erfolgt mittels einer Luftzufuhrreinrichtung 12.

Diese umfaßt einerseits eine als Luftansaug- und fördervorrichtung dienende Pumpe 13, mittels derer über einen Lufteinlaß in Form eines Ansaugstutzens 14 sowie ein Ventil 15 atmosphärische Luft aus dem Nahbereich der Laserschneidmaschine 1 angesaugt und zu dem Strahlführungsrohr 4 gefördert werden kann. Durch eine Steuereinrichtung 16 wird der auslaßseitige Druck an der Pumpe 13 eingestellt.

Alternativ zu der freien Atmosphäre entstammender Luft kann das Strahlführungsrohr 4 mit Luft aus einem Behälter 17 beschickt werden. Die Luft in dem Behälter 17 steht unter Überdruck und läßt sich dementsprechend ohne zusätzliche Hilfsmittel über ein dem Behälter 17 zugeordnetes Ventil 18 dem Strahlführungsrohr 4 zuführen.

Sowohl die aus der Umgebung der Laserschneidmaschine 1 abgesaugte als auch die dem Behälter 17 entstammende Luft wird dem Strahlführungsrohr 4 über einen Gastrockner 19 sowie eine diesem in Strömungsrichtung der Luft nachgeschaltete Vorrichtung 20 zur Einstellung des CO₂-Gehaltes der geförderten Luft zugeleitet. Dabei kommt zur Einstellung des CO₂-Gehaltes ein Molekularsieb zum Einsatz, welches durch Ausfiltern von CO₂-Molekülen aus dem Rohluftstrom, die in diesem herrschende CO₂-Konzentration auf einen Wert unter 300 ppm. senkt. Zur Regenerierung läßt sich das Molekularsieb nach einer vorgegebenen Betriebsdauer bzw. nach Aufbereiten einer vorgegebenen Luftmenge in Gegenrichtung des Förderstroms mit Luft durchspülen. Der Gastrockner 19 dient zur Senkung des Wassergehalts des geförderten Luftstroms. Dem Schneidkopf 5 benachbart ist an dem Strahlführungsrohr 4 eine Austrittsöffnung 32 für die das Innere des Strahlführungsrohres 4 durchströmende Luft vorgesehen. Mit Hilfe einer verstellbaren Austrittsblende 33 an der Austrittsöffnung 32 läßt sich die austretende

Luftmenge bzw. der im Innern des Strahlführungsrohres 4 herrschende Überdruck regulieren.

- An einer Laserschneidmaschine 1a, wie sie in Figur 2 dargestellt ist, ist ein als Schneidkopf ausgebildeter Bearbeitungskopf 5a relativ zu einem Lasergenerator 3a in zwei zueinander senkrechten und durch Doppelpfeile 21,22 gekennzeichneten Richtungen verfahrbar. Dabei ist der Schneidkopf 5a in Richtung des Doppelpfeils 22 an einer portalartigen Querführung 23 geführt.
- 5 Diese wiederum ist in Richtung des Doppelpfeils 21 entlang zweier zueinander paralleler Längsführungen 24 verfahrbar. Ein Blech 9a wird während des Bearbeitungsvorgangs ortsfest auf einer Werkstückauflage 11a gelagert.

- 10 Ein Laserstrahl 2a wird ausgehend von dem Lasergenerator 3a durch einen Strahlführungsraum, der durch einen zweiteiligen Faltenbalg 25 begrenzt ist, zu dem Schneidkopf 5a gelenkt. Dabei durchsetzt der Laserstrahl 2a zunächst einen Strahldurchlaß 26 an einem Abzweigstück 27, eines Maschinen-Querträgers, ehe er mittels eines ersten Umlenkspiegels 28 zweimal im rechten Winkel umgelenkt und zu einem zweiten Umlenkspiegel 29 an dem Abzweigstück 27 reflektiert wird. Von dem zweiten Umlenkspiegel 29 aus gelangt der Laserstrahl 2a schließlich durch einen ersten Laserstrahlaustritt 30 des Abzweigstücks 27 zu dem Schneidkopf 5a, an dem er unter erneuter Umlenkung um 90 Grad auf das Blech 9a gerichtet wird. Dabei gelangt der Laserstrahl 2a durch einen zweiten Laserstrahlaustritt 34 an dem Schneidkopf 5a auf die Blechoberfläche. Der zweite Laserstrahlaustritt 34 wird in Fig. 2 durch die darüber liegenden Teile des Schneidkopfs 5a verdeckt. Eine sich bei Verfahren des Schneidkopfs 5a in dem Blech 9a ergebende Schneidspur 31 ist in Figur 2 ange deutet.

- 15 Der Schneidkopf 5a ist an dem mit dem Abzweigstück 27 versehenen Querträger in Richtung des Doppelpfeils 21 verfahrbar. In dieser Richtung verläuft auch ein erster Teil 25a des Faltenbalges 25. Dabei schließen sich Segmente des ersten Teiles 25a des Faltenbalges 25 beidseits an das Abzweigstück 27 und somit beidseits an den ersten Laserstrahlaustritt 30 an. Ein zweiter Teil 25b des Faltenbalges 25 geht von dem Laserstrahlaustritt 30 des Abzweigstücks 27 aus und erstreckt sich in Richtung des Doppelpfeils 22. Auch dieser zweite Teil 25b des Faltenbalges 25 besitzt zwei Abschnitte. Beide Abschnitte dieses Teiles 25b werden getrennt durch den Schneidkopf 5a mit seinem zu dem Blech 9a gerichteten Laserstrahlaustritt 34.

- 20 Über eine Luftzufuhrreinrichtung 12a wird der Faltenbalg 25 mit Luft beaufschlagt, deren CO₂-Gehalt weniger als 300 ppm. beträgt. Der Aufbau der Luftzufuhrreinrichtung 12a stimmt mit dem Aufbau der Luftzufuhrreinrichtung 12 gemäß Figur 1 überein. Den Bauelementen der Luftzufuhrreinrichtung 12 nach Figur 1 entsprechende Einrichtungen sind in Figur 2 unter Übernahme der in Figur 1 zugeordneten Bezugszeichen sowie unter jeweiliger Hinzufügung des Buchstabens a gekennzeichnet.

Die mittels der Luftzufuhreinrichtung 12a in den Faltenbalg 25 eingeleitete Luft füllt sowohl den ersten Teil 25a als auch den zweiten Teil 25b des Faltenbalges 25 aus. Der Luftaustritt erfolgt über eine Austrittsöffnung 32a, wobei die austretende Luftmenge bzw. der im Innern des Faltenbalges 25 herrschende Überdruck mittels einer steuerbaren Austrittsblende 33a einstellbar ist. Die beidseits des Abzweigstücks 27 sowie des Schneidkopfes 5a angeordneten Abschnitte des Faltenbalges 25 stehen über den Strahldurchlaß 26 bzw. eine Luftausgleichsbohrung 35 miteinander in Strömungsverbindung.

Verfährt nun der Schneidkopf 5a in Richtung des Doppelpfeiles 21, so verkürzt sich die wirksame Länge der an der in Verfahrrichtung gelegenen Seite des Abzweigstücks 27 angeordneten Segmente des ersten Teiles 25a des Faltenbalges 25 in demselben Maße, wie sich die wirksame Länge der an der gegenüberliegenden Seite des Abzweigstücks 27 angeordneten Segmente vergrößert. Demzufolge besitzt der erste Teil 25a des Faltenbalges 25 ungeachtet der momentanen Position des Schneidkopfes 5a in Richtung des Doppelpfeils 21 ein gleichbleibendes Volumen. Entsprechendes gilt hinsichtlich des Volumens des zweiten Teils 25b des Faltenbalges 25. Verfährt nämlich der Schneidkopf 5a entlang der Querführung 23 in Richtung des Doppelpfeils 22, so verkürzt sich der auf der einen Seite des Schneidkopfs 5a angeordnete Abschnitt des Faltenbalges 25 in demselben Maße, wie sich der an der gegenüberliegenden Seite des Schneidkopfs 5a angeordnete Abschnitt des Faltenbalges 25 verlängert. Insgesamt ist das Volumen innerhalb des Faltenbalges 25 also unabhängig von der Bearbeitungsstellung des Schneidkopfs 5a in der durch die Doppelpfeile 21,22 aufgespannten Ebene.

Patentansprüche

1. Laserbearbeitungsmaschine mit einem Lasergenerator (3,3a) und einem Bearbeitungskopf (5,5a), an welcher der Laserstrahl (2,2a) zwischen dem Lasergenerator (3,3a) und dem Bearbeitungskopf (5,5a) in einem wenigstens teilweise geschlossenen und gasgefüllten Strahlführungsraum (4,25) verläuft, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlführungsraum (4,25) mit Luft mit einem definierten CO₂-Gehalt gefüllt ist.
2. Laserbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft in dem Strahlführungsraum (4,25) einen CO₂-Gehalt von weniger als 300 ppm. aufweist.
3. Laserbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlführungsraum (4,25) über eine Luftzufuhreinrichtung (12, 12a) mit Luft mit einem definierten CO₂-Gehalt belüftbar ist.

4. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftzufuhreinrichtung (12, 12a) wenigstens eine vorzugsweise steuerbare Belüftungsvorrichtung, insbesondere eine Pumpe (13, 13a) aufweist.
5. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlführungsraum (4,25) über eine Vorrichtung (20, 20a) zur Einstellung des CO₂-Gehalts der dem Strahlführungsraum (4,25) zugeführten Luft belüftbar ist.
6. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (20, 20a) zur Einstellung des CO₂-Gehalts wenigstens ein Molekularsieb aufweist, mittels dessen der CO₂-Gehalt der dem Strahlführungsraum (4,25) zugeführten Luft auf Werte unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes, insbesondere auf eine Konzentration unterhalb 300 ppm., einstellbar ist.
7. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (20, 20a) zur Einstellung des CO₂-Gehalts wenigstens einen Gaswäscher aufweist, mittels dessen der CO₂-Gehalt der dem Strahlführungsraum (4,25) zugeführten Luft auf Werte unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes, insbesondere auf eine Konzentration unterhalb 300 ppm. einstellbar ist.
8. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlführungsraum (4,25) mit einem ansonsten abgeschlossenen Behälter (17,17a) für dem Strahlführungsraum (4,25) zuzuführende Luft in Verbindung steht.
9. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlführungsraum (4,25) mit der freien Atmosphäre in Verbindung steht.
10. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlführungsraum (4,25) über die Luftzufuhreinrichtung (12, 12a) mit dem Nahbereich der Laserbearbeitungsmaschine (1, 1a) in Verbindung steht.
11. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, an welcher der Bearbeitungskopf (5, 5a) relativ zu dem Lasergenerator (3, 3a) bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlführungsraum (4, 25) ein bei der Bewegung des Bearbeitungskopfs (5, 5a) relativ zu dem Lasergenerator (3, 3a) gleichbleibendes Volumen

aufweist.

12. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung des Strahlführungsraums (25) aus 5 Segmenten besteht, von denen jeweils wenigstens zwei in Bewegungsrichtung (21,22) des Bearbeitungskopfs (5a) relativ zu diesem bewegbar beidseits eines Laserstrahlaustritts (30,34) angeordnet sind, wobei sich die wirksame Länge der an einer Seite des Laserstrahlaustritts (30,34) angeordneten Segmente in Bewegungsrichtung (21,22) des Bearbeitungskopfs (5a) bei dessen Bewegung in gleichem Maße verringert, wie sich die wirksame Länge der an der gegenüberliegenden Seite des Laserstrahlaustritts (30,34) angeordneten Segmente bei der Bewegung des Bearbeitungskopfs (5a) vergrößert. 10 15
13. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung des Strahlführungsraumes als Faltenbalg (25) mit Segmenten in Form von Ringfalten ausgebildet ist. 20 25
14. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, an welcher der Bearbeitungskopf (5a) relativ zu dem Lasergenerator (3a) in zwei zueinander senkrechten Richtungen (21,22) bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlführungsraum (25) einen ersten aus beidseits eines ersten und in der einen Bewegungsrichtung (21) des Bearbeitungskopfs (3, 3a) bewegbaren Laserstrahlaustritts (30) angeordneten Segmenten bestehenden und in der einen Bewegungsrichtung (21) des Bearbeitungskopfs (5a) verlaufenden Teil (25a) sowie einen entsprechenden, sich in der anderen Bewegungsrichtung (22) des Bearbeitungskopfs (5a) an den Laserstrahlaustritt (30) des ersten Teils (25a) anschließenden zweiten Teil (25b) aufweist, wobei an letzterem der Bearbeitungskopf (5a) mit einem zugeordneten zweiten Laserstrahlaustritt (34) in der anderen Bewegungsrichtung (22) bewegbar vorgesehen ist. 30 35 40

45

50

55

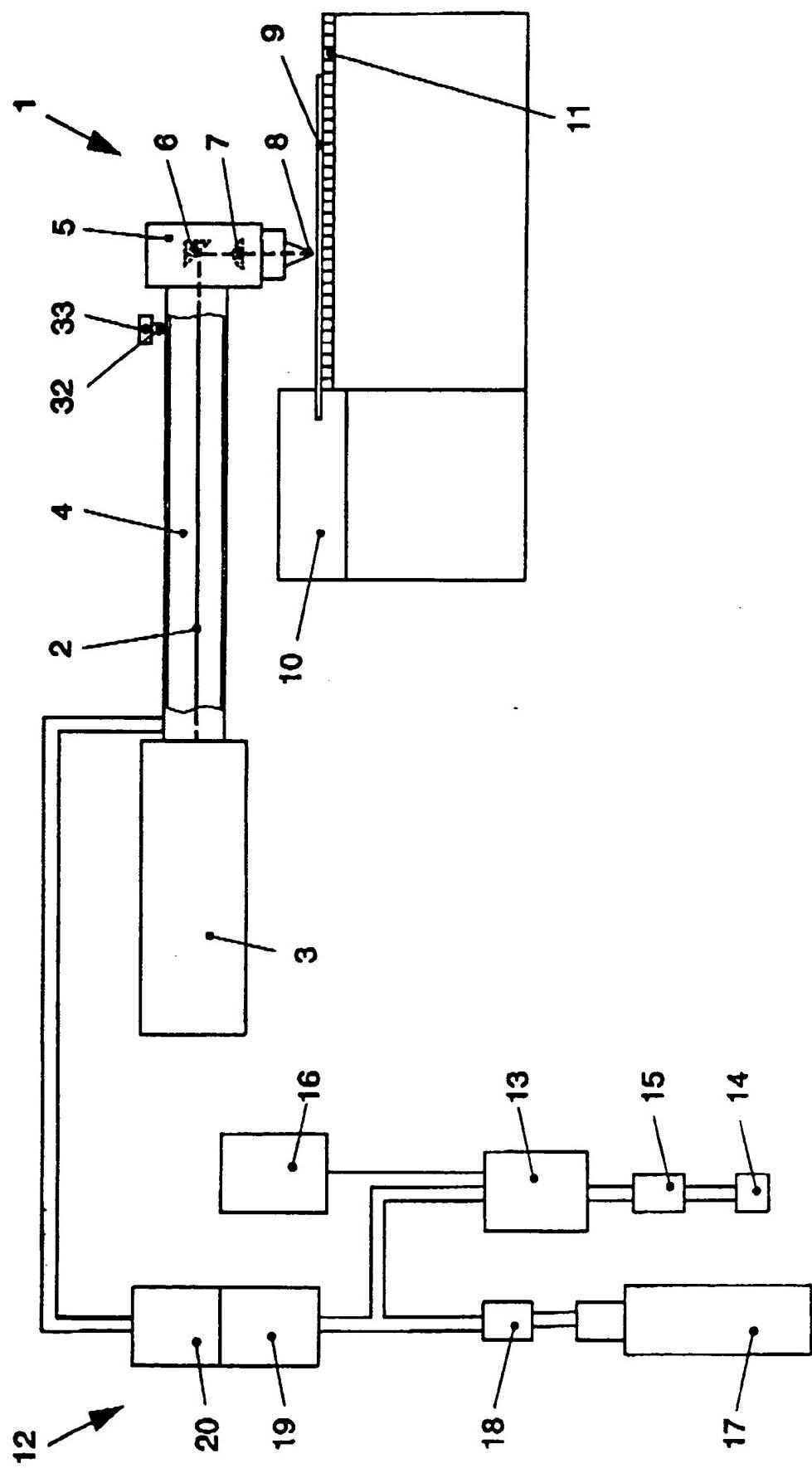
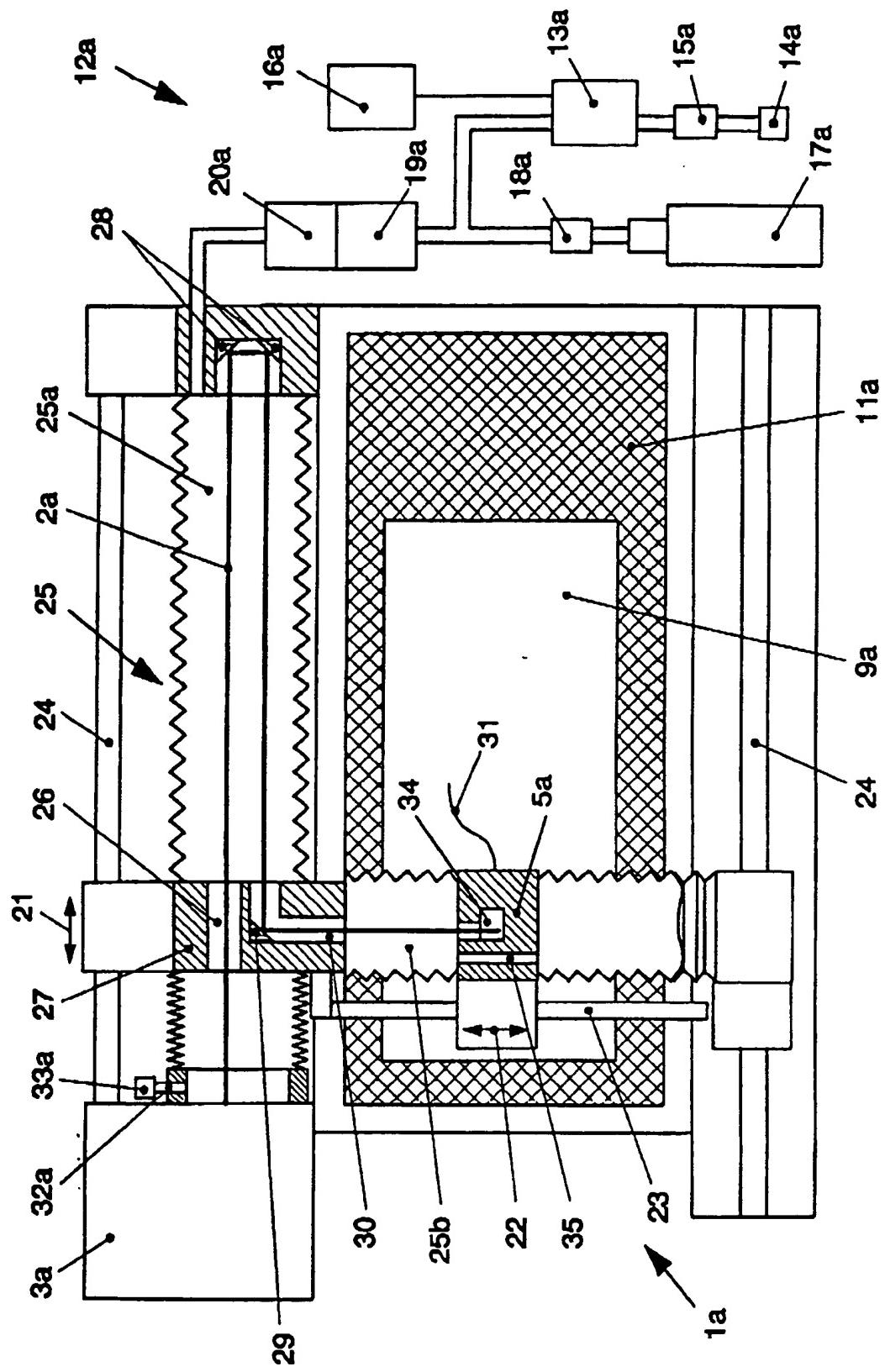


Fig. 1



2
Fig.